

МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)

факультет радиотехнологий связи
кафедра экологической безопасности телекоммуникаций

Допустить к защите

Заведующий кафедрой ЭБТ

 Панихидников С. А.
(подпись)

« 11 » июня 2021 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Оценка экологического состояния Полежаевского парка Санкт-Петербурга

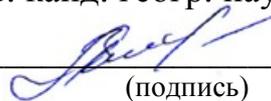
Вид выпускной квалификационной работы:
Бакалаврская работа

Направление/специальность подготовки:
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль): Прикладная экология

Квалификация: Бакалавр

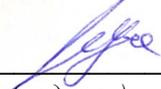
Студент: Белашова Елизавета Алексеевна, ЭП-71
Научный руководитель: канд. геогр. наук

Зелепукина Е.С. 
(подпись)

Санкт-Петербург
2021

Работа написана мною самостоятельно и не содержит неправомерных заимствований. Работа может быть размещена в электронно-библиотечной системе университета.

11 июня 2021 г.
(дата)



(подпись)

Белашова Е.А.
(ФИО студента)

Текст ВКР размещен в электронно-библиотечной системе университета

Руководитель отдела комплектования библиотеки: _____
(Ф.И.О.)

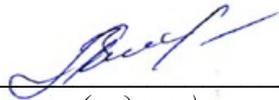
11 июня 2021 г.
(дата)

(подпись)

Коэффициент оригинальности ВКР 87 %.

Проверил: доцент Зелепукина Е.С.
(Должность, Ф.И.О. руководителя ВКР)

11 июня 2021 г.
(дата)



(подпись)

**МИНИСТЕРСТВО ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ, СВЯЗИ И МАССОВЫХ
КОММУНИКАЦИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

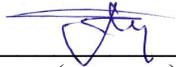
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»
(СПбГУТ)**

Факультет: РТС
Направление (специальность)

Кафедра: ЭБТ
05.03.06 Экология и природопользование
(код и наименование)

Утверждаю

Заведующий кафедрой ЭБТ


Панихидников С. А.
(подпись)

« 11 » июня 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы (ВКР)

1. Студент: Белашова Елизавета Алексеевна № группы: ЭП-71
(фамилия, имя, отчество)
2. Руководитель: Зелепукина Елена Сергеевна, доцент кафедры ЭБТ,
канд. геогр. наук
(фамилия, имя, отчество, должность, уч. степень и звание)
3. Квалификация: Бакалавр
(наименование в соответствии с ФГОС ВО/ ГОС ВПО)
4. Вид работы: Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект, дипломная работа, магистерская диссертация)
5. Тема ВКР: Оценка экологического состояния Полежаевского парка
Санкт-Петербурга
утверждена приказом ректора университета от «03» марта 2021 г. № 204/кс
6. Исходные данные (технические требования):
Рекомендованные к использованию источники.

7. Содержание работы (исследование воздушной, водной, почвенной среды парка, исследование растительного покрова, исследования животного мира парка)

ВВЕДЕНИЕ

1. Общие сведения о Полежаевском парке

1.1. Описание Полежаевского парка

1.2. Краткая историческая справка

1.3. Физико-географическая характеристика парка

2. Покомпонентная оценка экологического состояния Полежаевского парка

2.1. Исследование воздушной среды парка

2.2. Исследование водной среды парка

2.3. Исследование почвенной среды парка

2.5. Исследование растительного покрова парка

2.6. Исследование животного мира парка

3. Рекомендации по улучшению состояния территории Полежаевского парка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ

8. Вид отчетных материалов, представляемых в ГЭК (пояснительная записка, перечень графического материала, отчет о НИР и др.):

Пояснительная записка

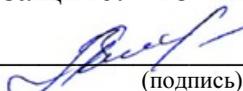
9. Консультанты по ВКР с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Подпись дата	
		Задание выдал	Задание принял
1	Зелепукина Е.С.	10.03.2021 г.	31.03.2021 г.
2	Зелепукина Е.С.	01.04.2019 г.	16.04.2021 г.
3	Зелепукина Е.С.	19.04.2021 г.	21.05.2021 г.

Дата выдачи задания: «10» марта 2021 г.

Дата представления ВКР к защите: «18» июня 2021 г.

Руководитель ВКР _____


(подпись)

Студент _____


(подпись)

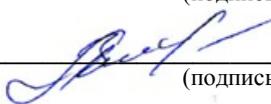
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН¹

№ п/п	Наименование этапов выпускной квалификационной работы (ВКР)	Срок выполнения этапов ВКР	Примечание
1.	Постановка цели выполнения ВКР и задач	10.03.2021 г.	выполнено
2.	Работа с теоретическим материалом	11.03-21.05.2021 г.	выполнено
3.	Сбор информации, необходимой для написания работы		выполнено
4.	Систематизация и обработка материалов ВКР		выполнено
5.	Анализ полученных в работе результатов, обобщение		выполнено
6.	Подготовка отчетных материалов, представляемых в государственную экзаменационную комиссию, доклада к защите и презентации	22.05-18.06.2021 г.	выполнено
7.	Подготовка к защите ВКР, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты		выполнено

Студент


_____ (подпись)

Руководитель ВКР


_____ (подпись)

¹ Дата начала работы по плану должна совпадать с началом преддипломной практики в календарном графике учебного процесса по соответствующему направлению подготовки, а дата окончания работы по плану – с окончанием государственной итоговой аттестации

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. Общие сведения о Полежаевском парке	7
1.1. Описание Полежаевского парка	7
1.2. Краткая историческая справка.....	8
1.3. Физико-географическая характеристика парка	9
2. Покомпонентная оценка экологического состояния Полежаевского парка	12
2.1. Исследование воздушной среды парка	12
2.1.1. Загрязнение воздуха	12
2.1.2. Шумовая нагрузка	15
2.2. Исследование водной среды парка.....	18
2.2.1. Определение токсичности воды методом биотестирования.....	18
2.2.2. Пробоотбор и подготовка к процедуре биотестирования	19
2.2.3. Результаты биотестирования проб воды.....	22
2.2.4. Определение загрязнения водоема методом биондикации по беспозвоночным и результаты	23
2.3. Исследование почвенной среды парка	25
2.3.1. Определение токсичности почв методом биотестирования	25
2.3.2. Пробоотбор, подготовка и проведение процедуры биотестирования ...	26
2.3.3. Результаты биотестирования проб почв	29
2.5. Исследование растительного покрова парка	32
2.6. Исследование животного мира парка.....	36
3. Рекомендации по улучшению состояния территории Полежаевского парка	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	43
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	45
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	48

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы работы обусловлена тем, что благоприятная окружающая среда является важной составляющей качества жизни. Именно она создает условия здоровой и комфортной жизни как для отдельного человека, так и для всех жителей Красносельского района и г. Санкт-Петербурга в целом.

Целью исследования является проведение оценки экологического состояния Полежаевского парка и составление рекомендаций по улучшению его территории.

Задачи:

- Исследование воздушной среды парка
- Исследование водной среды парка
- Исследование почвенной среды парка
- Исследование растительного покрова парка
- Исследование животного мира парка

Объектом исследования является Полежаевский парк Красносельского района Санкт-Петербурга.

Предметом исследования является состояние компонентов природной среды парка.

Структура работы включает три раздела:

1. Общие сведения о парке;
2. Покомпонентная оценка экологического состояния парка;
3. Рекомендации по улучшению территории парка.

Научное значение – заключалось в получении качественной и количественной информации о состоянии компонентов природной среды Полежаевского парка.

Практическое значение – использование полученных результатов для предложений и рекомендаций по улучшению состояния территории парка.

1. Общие сведения о Полежаевском парке

1.1. Описание Полежаевского парка

Полежаевский парк расположен на северо-западе Санкт-Петербурга в Красносельском районе (рис.1).

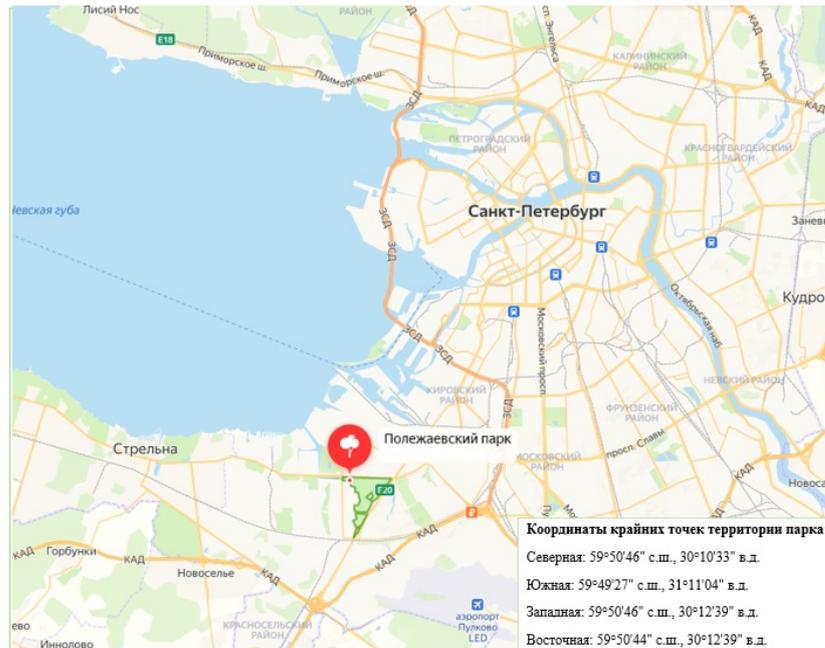


Рис. 1. Местоположение Полежаевского парка

Северная часть парка прилегает к Петергофскому шоссе, с восточной стороны по всей длине граничит с проспектом Маршала Жукова. Южная часть касается проспекта Народного Ополчения и с восточной стороны – Авангардной улицы. Остальная часть примыкает к городской застройке. Парк, условно говоря, разделяется на три неравные части за счет проспекта Ветеранов и Полежаевского проезда.

Общая площадь территории Полежаевского парка составляет 148,5 га. Среди парков Санкт-Петербурга он занимает 12 место по площади, данные взяты из [16]. Для Красносельского района установлен норматив обеспеченности населения территориями зеленых насаждений – 12 м²/чел [22].

На 2021 год был определен показатель обеспеченности зелеными насаждениями как соотношение площадей зеленых насаждений района (842, 7

га) к количеству проживающих в данном районе (412 886 человек), который составил – 20 м²/чел.

1.2. Краткая историческая справка

Часть Полежаевского парка имеет статус культурного наследия регионального значения и имеет номер в едином государственном реестре – 781620573100005 [11]. Территория парка, которая находится за границами объекта культурного наследия, располагается в единой зоне охраняемого природного ландшафта по [4]. Нынешний парк когда-то был территорией, принадлежавшей Екатерине II. История началась с 1765 года, когда императрица решила подарить свои имения фавориту графу Орлову. На территории имений был образован парк с Зеркальным прудом по проекту Валлен-Деламота, также был построен усадебный дом. В XIX веке был разбит английский пейзажный парк, который стал образцом садово-паркового искусства. По фамилии последних владельцев имений сад и лес стали называться Полежаевским парком. К 30-м годам XX века территория стала эксплуатироваться для выпаса скота и значительное количество парковых зеленых насаждений было вырублено [1].

В годы Великой Отечественной войны, парк сильно пострадал в ходе боевых действий. Через территорию парка проходила линия обороны Ленинграда. Парк и все строения в нем были полностью уничтожены. Был подорван мост и осушены зеркальные пруды. В парке сохранились остатки моста, сохранившиеся окопы и воронки от взорвавшихся снарядов.

В послевоенное время часть парка была окультурена. В память о блокаде Ленинграда была проложена аллея Славы с 900 березами, а также обустроены берега Дудергофского канала, который имеет гранитное обрамление и спуски к воде в виде лестниц.

На протяжении последних 40 лет предлагались различные проекты по благоустройству парка, проект реновации отдельной части парка,

включающий в себя строительство коммерческих торговых развлекательных и спортивных объектов, также были планы сделать парк площадкой для бизнес-центра, гостиниц и развлекательных комплексов. Однако, все проекты были отклонены по разным причинам. В одном проекте по благоустройству не учитывались исторические аспекты, в другом было явное нарушение экосистем парка. Для проекта реноваций просто не было средств, а в случае где предлагалось сделать часть Полежаевского парка площадкой для бизнес-центра, перед организацией стояло условие благоустроить оставшуюся часть территории парка, которое не было принято.

Последнее свершившееся проектное решение – возведение деревянного храма Святой равноапостольной Нины в 2010 году вблизи храма проводилось захоронение найденных останков солдат в Красносельском районе, где находится братская могила со времен войны.

1.3. Физико-географическая характеристика парка

В рельефе территории Полежаевского парка два уровня террас. Нижний уровень литориновой аккумулятивной террасы начинается с северной части с незначительной протяженностью 400 м и имеет высоту менее 4 м. Южнее происходит переход на верхний уровень озерно-ледниковой абразионно-аккумулятивной террасы Балтийского ледникового озера с высотами в пределах 10 - 15 м и протяженностью 2,3 км. Наибольшая абсолютная высота – 15 м и наименьшая абсолютная высота – 1 м. Поверхность парка в целом волнистая, ее пересекает долина реки Дудергофка [5].

В северной части парка на повышениях сформирован антропогенный рельеф – сохранившиеся окопы и большое количество воронок от взорвавшихся снарядов.

Климат Санкт-Петербурга переходный от морского к континентальному, он формируется под влиянием Атлантического океана и Балтийского моря. Так как рассматриваемый парк расположен в пределах

Приморской низины, климат достаточно влажный. Среднее количество осадков 600–850 мм в год, наибольшее их количество выпадает в июле и августе, наименьшее в феврале и марте. Сравнительно мягкая зима с частыми оттепелями и умеренно теплое, а иногда и прохладное лето (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1. Значения климатических показателей Санкт-Петербурга [13]

Средняя температура января, январе, °С	-5,5
Средняя температура в июля, °С	+18,8
Средняя годовая температура, °С	+5,8
Абсолютный максимум, °С	+37,1
Абсолютный минимум, °С	-35,9
Скорость ветра, м /с	2,2
Осадки, мм	730
Относительная влажность воздуха, %	78

Продолжительность вегетационного периода с температурой выше +10°С составляет 5 месяцев, устойчивый переход наблюдается весной во второй половине марта и осенью во второй половине сентября (рис.2).

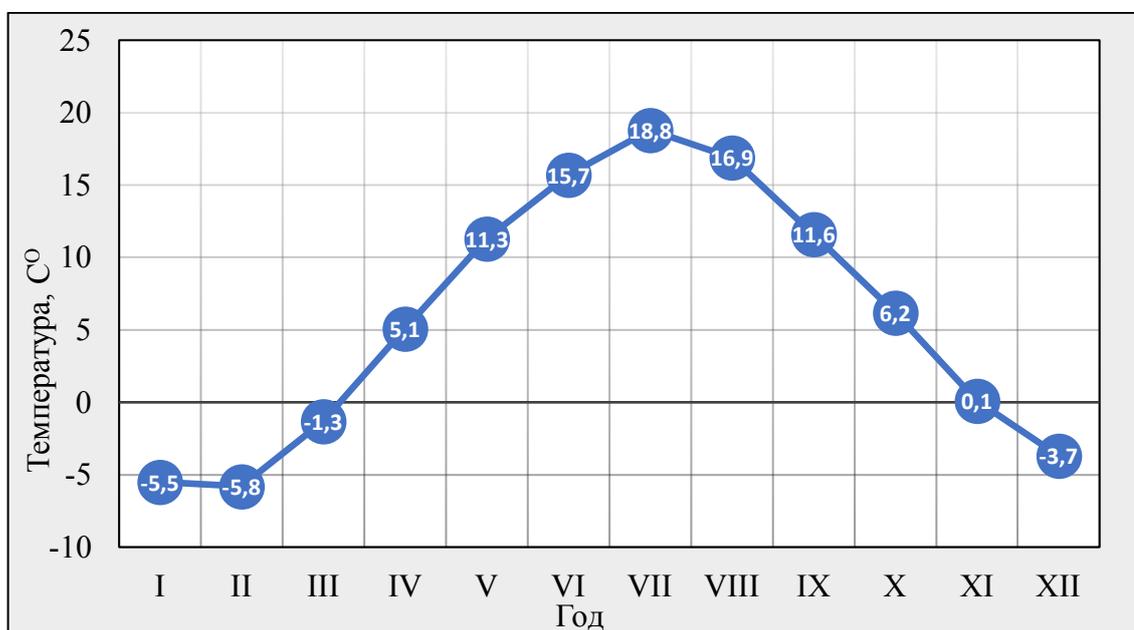


Рис. 2. Среднемесячные температуры Санкт-Петербурга [12]

Среднегодовое количество дней с различными явлениями для дождей составило 173 дня, снега – 117, мглы – 0,3, грозы – 16, тумана 20, гололеда – 5, метели – 9, изморози – 9 [13].

На протяжении года преобладающим направлением ветра является юго-западное и западное направления (рис. 3).

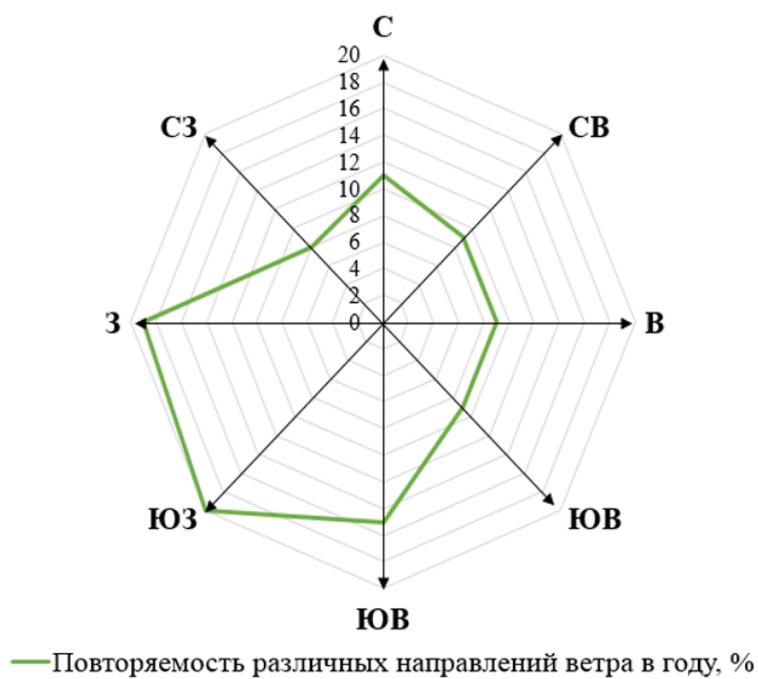


Рис. 3. Роза ветров г. Санкт-Петербург [11]

Описание водных объектов и почв, растительности и животного мира представлены во втором разделе работы.

2. Покомпонентная оценка экологического состояния Полежаевского парка

2.1. Исследование воздушной среды парка

2.1.1. Загрязнение воздуха

Для того, чтобы провести оценку экологического состояния парка необходимо определить состояние воздушной среды. Основным источником загрязнения атмосферного воздуха вблизи парка является автомобильный транспорт.

Сбор информации о состоянии атмосферного воздуха производился двумя способами. Первый способ – с помощью интерактивной карты приложения BreezoMeter в режиме реального времени по [2]. Для определения уровня загрязнения атмосферы в пределах Полежаевского парка было выбрано 5 точек с разным положением (в глубине парка, а также вблизи дорог). Ежедневно в период с 12.03.21 по 11.04.21 фиксировались показания массовых концентраций по 6-ти загрязняющим веществам:

взвешенных частиц (пыли – $PM_{2,5}$, PM_{10});

диоксида углерода (CO);

оксид азота (NO_2);

диоксид серы (SO_2);

озона (O_3).

Показания снимались 4 раза в сутки на протяжении 31 дня, общее число получившихся значений составило – 3720. По собранным значениям (Приложение 1, табл.2) была определена среднесуточная концентрация по всем 6-ти показателям и для каждого дня была рассчитана кратность превышения ПДК_{сс} (Приложение 1, табл.3) и составлен график динамики загрязнения воздуха с 12 марта по 11 апреля 2021 года (рис. 4). Значения концентраций по определяемым веществам не превысили установленные нормы ПДК_{сс} [19].

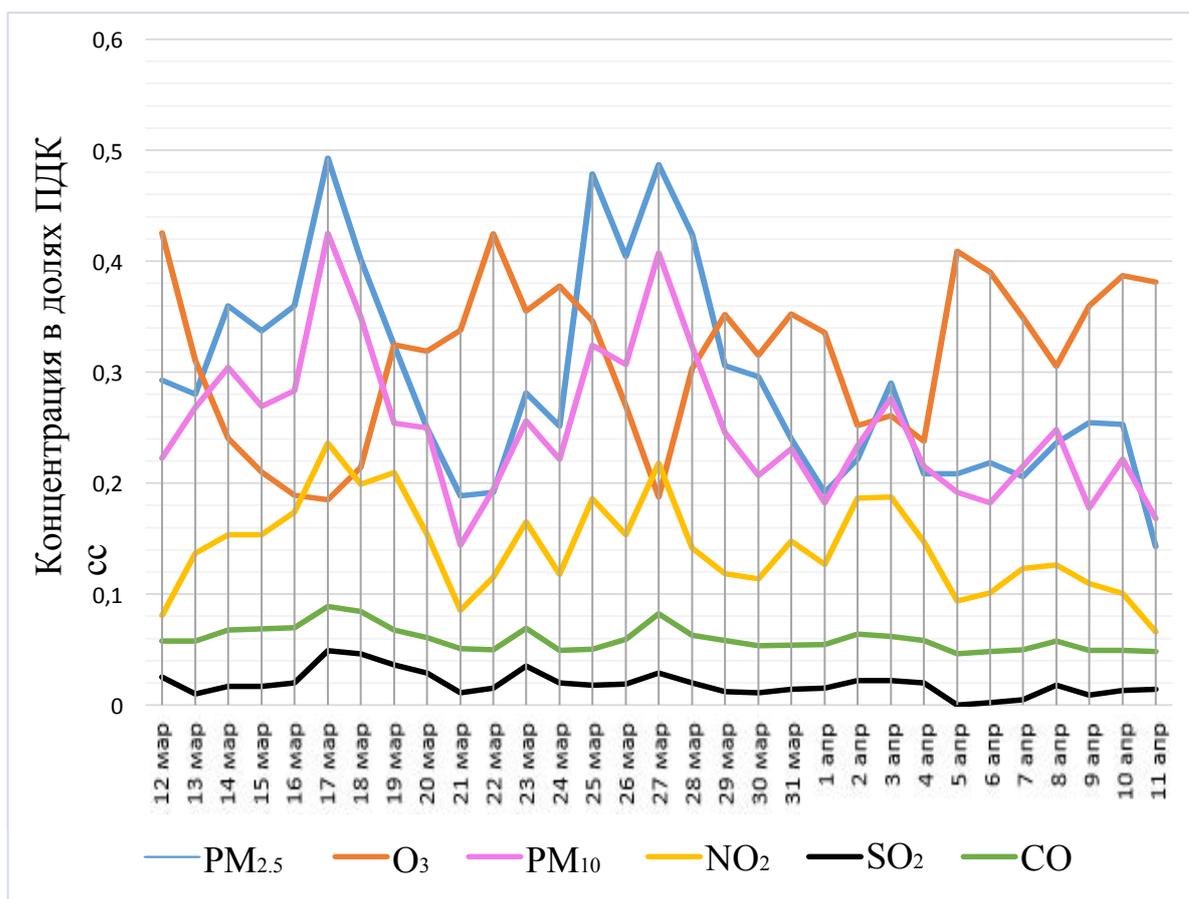


Рис. 4. Концентрации в долях ПДК_{сс} в пределах Полежаевского парка в период с 12.03.21 по 11.04.21

В России в качестве обобщающего показателя принят комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) [15], расчет которого производится по 5 приоритетным веществам по следующей формуле (1):

$$\text{КИЗА} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{q_r}{\text{ПДК}_{\text{сс}}} \right)^{C_i} \quad (1)$$

где: i – примесь;

q_r – массовая концентрация примесей i ;

$\text{ПДК}_{\text{сс}}$ – соответствующая среднесуточная предельно допустимая концентрация (принятый в России норматив согласно СанПиН 1.2.3685-21);

C_i – константа, принимающая значения 1,5; 1,3; 1,0; 0,9 для соответственно 1, 2, 3, 4-го классов опасности веществ.

Классы опасности и среднесуточные ПДК_{сс} представлены в Приложении 1, таблица 2.

Приведены результаты расчета значений I_i (индекс загрязнения) по набору показателей и расчет комплексного индекса загрязнения (КИЗА) для 17 марта 2021 года:

$$I(\text{PM}_{2,5}) = \left(\frac{17,25}{35}\right)^{1,3} = 0,399,$$

$$I(\text{O}_3) = \left(\frac{18,5}{100}\right)^{1,5} = 0,080,$$

$$I(\text{PM}_{10}) = \left(\frac{25,5}{60}\right)^{1,3} = 0,329,$$

$$I(\text{NO}_2) = \frac{23,6}{100} = 0,236,$$

$$I(\text{SO}_2) = \frac{2,45}{50} = 0,049,$$

$$\text{КИЗА} = I(\text{PM}_{2,5}) + I(\text{O}_3) + I(\text{PM}_{10}) + I(\text{NO}_2) + I(\text{SO}_2) = 0,399 + 0,080 + 0,329 + 0,236 + 0,049 = 1,09$$

Для Полежаевского парка были рассчитаны суточные значения КИЗА в течение указанного периода (табл. 2).

ТАБЛИЦА 2. Значения КИЗА для территории Полежаевского парка с 12.03-11.04.21

ДАТА	КИЗА	ДАТА	КИЗА
12.03.2021	0,73	28.03.2021	0,89
13.03.2021	0,69	29.03.2021	0,71
14.03.2021	0,77	30.03.2021	0,64
15.03.2021	0,69	31.03.2021	0,68
16.03.2021	0,74	01.04.2021	0,56
17.03.2021	1,09	02.04.2021	0,63
18.03.2021	0,90	03.04.2021	0,73
19.03.2021	0,83	04.04.2021	0,55
20.03.2021	0,69	05.04.2021	0,60
21.03.2021	0,49	06.04.2021	0,59
22.03.2021	0,64	07.04.2021	0,60
23.03.2021	0,77	08.04.2021	0,63
24.03.2021	0,68	09.04.2021	0,61
25.03.2021	1,02	10.04.2021	0,66
26.03.2021	0,84	11.04.2021	0,49
27.03.2021	1,03		

Загрязнение атмосферного воздуха оценивается в зависимости от значения КИЗА. Так как значение КИЗА не превысило 5 по [15], а максимальное значение было 1,09, степень загрязнения атмосферного воздуха в Полежаевском парке – низкая.

Для верификации рассчитанных значений был использован второй способ оценки загрязнения атмосферного воздуха: обращение к данным автоматизированной системы мониторинга качества атмосферного воздуха Санкт-Петербурга с поста наблюдения №12, ул. Отважных, д. 6, которая находится на расстоянии 800 м от Полежаевского парка [23]. По данным поста №12 13 марта 2021 года ПДК_{мр} по диоксиду азота была в пределах 0,5-1 ПДК; 18, 26 марта и 2, 5, 6, 8, 10 апреля 2021 ПДК_{мр} по пыли общей была в пределах 0,5-1 ПДК года, а 1 апреля больше в пределах 1-2 ПДК_{мр}. По всем остальным загрязняющим веществам (аммиак, бензол, диоксид серы, формальдегид, толуол, ксилол, фенол, этилбензол, оксид углерода) предельно допустимые концентрации максимально разовые в течение месяца были до 0,5 ПДК_{мр}. Резких превышений не было зафиксировано. Следует отметить, что использование данных автоматизированной системы мониторинга отличается меньшей подробностью, чем использование интерактивной карты приложения BreezoMeter.

2.1.2. Шумовая нагрузка

Превышение норм шумовой нагрузки оказывает негативное воздействие на человека. При уровне шума порядка 40 дБ начинается реакция со стороны нервной системы на шум, а при шумовом уровне порядка 80 дБ происходят глубокие изменения в нервной системе, вплоть до психических заболеваний, а также изменения зрения, слуха и состава крови. Соответственно, была поставлена задача оценить шумовую нагрузку на территории Полежаевского парка.

Замеры уровня шума (в дБ) проводились с 15 по 21 марта 2021 года в будние и выходные дни в дневное время суток с 12 часов шумомером ZSM-

135. Оценка шумовой нагрузки проводилась в 53 точках, в каждой из них осуществлялось трехкратное измерение в течение 1 минуты, затем вычислялось среднеарифметическое значение. Также определялись географические координаты с помощью GPS-навигатора в каждой точке произведенного замера. Результаты измерения шумового загрязнения территории Полежаевского парка приведены в Приложении 1, табл. 5.

Оценка измеренного уровня шума проводилась в соответствии с СанПиНом [19]. Источником шумовых загрязнений в основном является транспорт, дорожные и строительные работы. Максимальный уровень шума – 71 дБ зафиксирован в будние дни на границе территории парка с пересечением пр. Маршала Жукова и Петергофского шоссе. Минимальный уровень шума – 40 дБ был зафиксирован как в будние, так и в выходные дни на Аллее Славы чуть южнее Храма святой равноапостольной Нины.

По результатам проведенных замеров была составлена карта уровня шума Полежаевского парка (рис. 5) в программе ГИС MapInfo.

Уровень шумовой нагрузки на территории Полежаевского парка в целом соответствует нормативам. Соответственно, вблизи сети дорог достаточно шумно, а в глубине парка уровень шума минимальный.

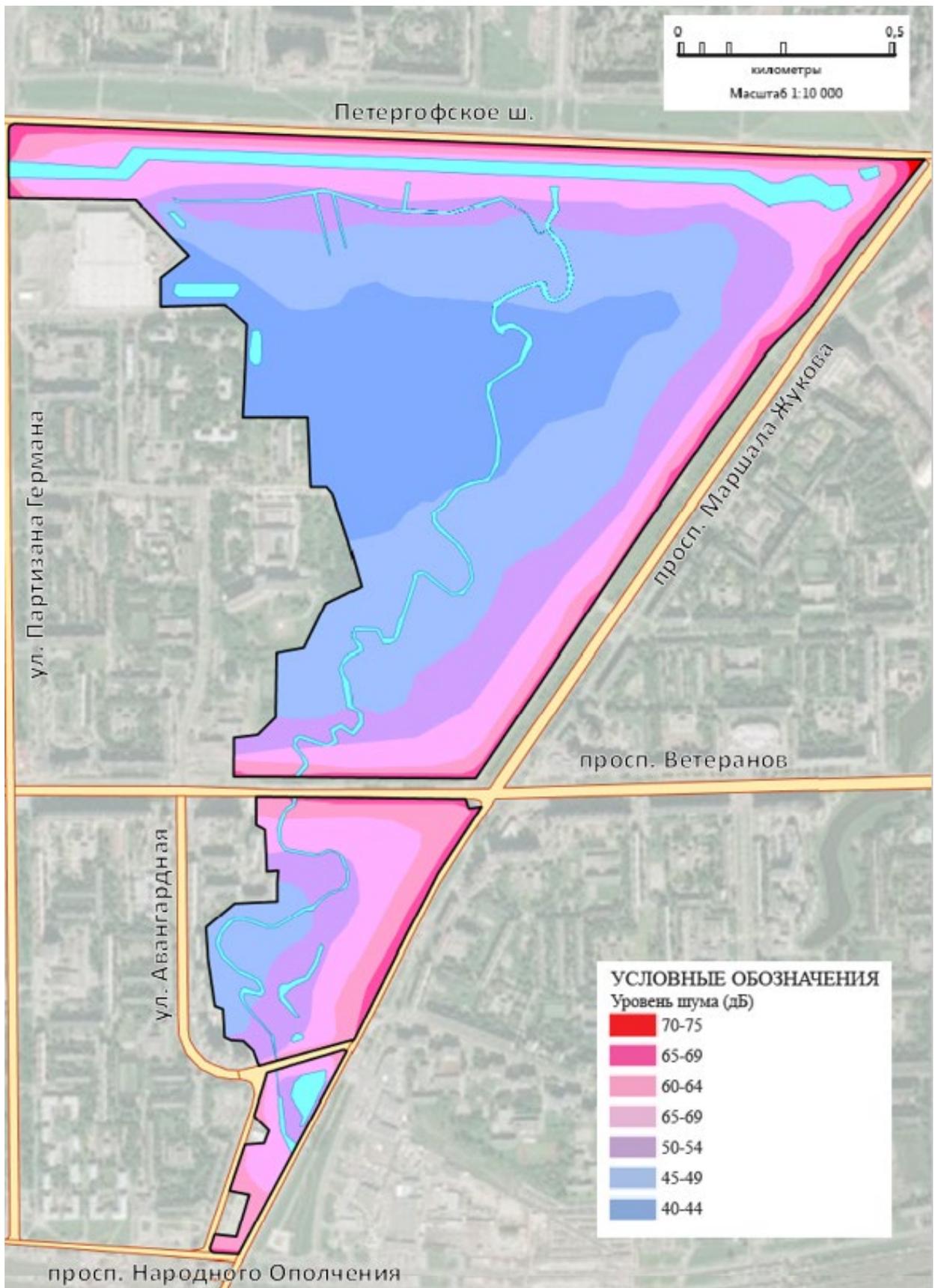


Рис. 5. Карта уровня шума (дБ) Полежаевского парка

2.2. Исследование водной среды парка

Поверхностные воды на территории парка представлены рекой Дудергофкой, Дудергофским каналом и безымянными прудами. Площадь водоемов в парке составляет 11% от общей территории парка.

Наибольшее значение для парка имеет малая река Дудергофка. Она относится к Балтийскому бассейновому округу, бассейн реки – 327 км². Река берет свое начало из Дудергофского озера и по длине приблизительно составляет 21 км. Ширина реки 2—10 м, а глубина до 0,8 м. Дудергофка впадает в Дудергофский канал, длина которого в пределах парка составляет 1,6 км [3]. В северо-восточной части образован верховой пруд, который разделяется мостом-плотиной на Дудергофском канале. Площадь пруда составляет почти 0,013 км² по [16]. Также на территории парка есть и другие пруды, представляющие меньшую площадь и экологическую значимость.

Водная среда имеет ключевую роль для состояния Полежаевского парка, поэтому была поставлена задача оценить экологическое состояние водных объектов парка биологическими методами. Были отобраны водные пробы в реке Дудергофка и в верховом пруду.

2.2.1. Определение токсичности воды методом биотестирования

Методика основана на определении смертности тест-организмов низших ракообразных дафний (*Daphnia magna straus*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль). Токсичность определяется по их летальности за определенный период экспозиции. Критерием острой токсичности служит гибель 50% дафний и более за 48 часов в исследуемой воде при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10% [12].

Метод биотестирования отличается доступностью в проведении и его невысокой длительностью. В отличие от химических методов анализа, которые не дают полного представления об экологической опасности водного объекта, метода биотестирования предоставляет возможность оценить совокупность влияния экологических факторов на качество воды.

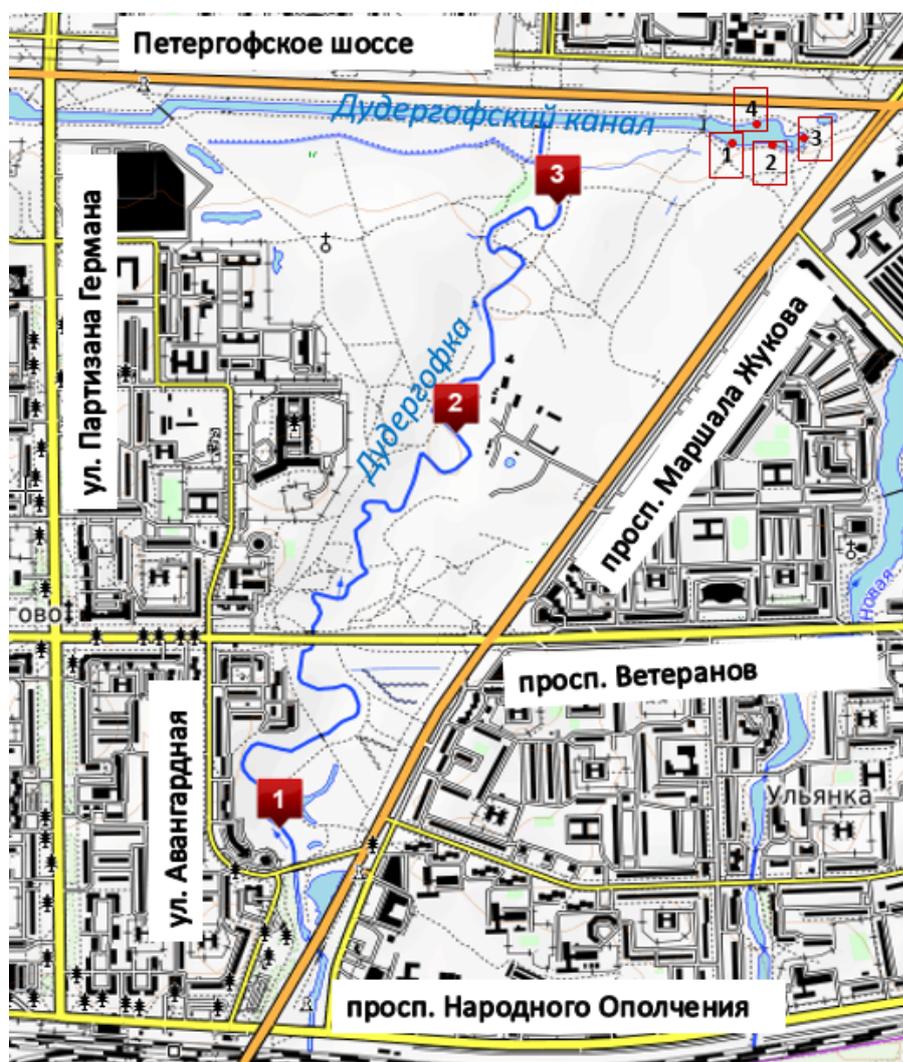
2.2.2. Пробоотбор и подготовка к процедуре биотестирования

В соответствии с ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [6] отбор проб воды проводился 13 апреля 2021 года с 9:00 ч. до 10:30 ч. Погодные условия: малооблачно, $+10\div 12^{\circ}\text{C}$, ветер южный от 2 до 3 м/с. На реке Дудергофка были отобраны 3 точечные пробы, месторасположение которых указано на рис. 6.

Для каждой водной пробы по 1 л в полиэтиленовые емкости. Выбор места отбора проб воды осуществлялся в верхнем (Проба №1) и среднем течении реки Дудергофки (Проба №2), а также нижнем течении при впадении в Дудергофский канал (Проба №3).

После отбора пробы незамедлительно были доставлены в лабораторию методов реабилитации техногенных ландшафтов НИЦЭБ РАН, где автором представленной работы были проведены исследования изучаемых образцов.

Для выявления соответствия исследуемых образцов воды условиям проведения биотестирования были проведены предварительные измерения кислотности и солености воды в лабораторных условиях. Кислотность измерялась рН-метром, водородный показатель получился в пределах 6,8-7. Соленость измерялась кондуктометром и получились значения в диапазоне 0,6-0,7 mS. Пробы соответствовали условиям проведения биотестирования.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ :

- 1 – Точка отбора пробы воды для биотестирования
- 1 – Точка отбора пробы воды для биоиндикации по беспозвоночным

Рис. 6. Карта-схема места отбора проб воды в Полежаевском парке

Для проведения биотестирования необходима однодневная молодь (синхронизированная) культуры дафний. Прежде чем извлекать дафний из культивационной воды, они были покормлены. С помощью стеклянной трубки в стеклянные пробирки объемом 50 см³ были посажены дафнии по 10 особей с минимальным попаданием культивационной воды. Для контрольной (контроль), испытуемых проб (№1, №2, №3) без разбавления и проб (№1, №3) с десятикратным разбавлением были проведены три параллельных повторности. Сначала заполнили отстаившейся питьевой водой контрольные

образцы. Далее наполнили пробирки исследуемой водой без разбавления и затем с разбавлением.

На следующем этапе биотестирования с помощью устройства экспонирования рачков (УЭР-03), которое автоматически вращало пробирки с исследуемой водой, не создавая стресса для тест-культуры. С помощью данного вращательного устройства пробирки с экспонируемыми пробами помещаются в кассеты для создания равных условий непрерывного перемешивания между воздухом и пробами воды. Благодаря вращению кассеты со скоростью 8 оборотов в минуту происходит непрерывная и одинаковая аэрация (рис. 7). Проведение учета результатов осуществлялось через 48 часов.



Рис. 7. Процесс вращения экспонируемых проб воды

На завершающем этапе пробирки извлекались из экспонирующего отчета и производился подсчет количества выживших ракообразных дафний (*Daphnia magna straus*) в каждой пробирке. Определение острой токсичности проб воды определяется расчётом процента погибших дафний в тестируемой воде (А, %) в сравнении с контролем [12] по формуле (2):

$$A = \frac{\bar{X}_T - \bar{X}_K}{\bar{X}_K} * 100\%, \quad (2)$$

где: \bar{X}_K – количество выживших дафний в контроле (среднее значение из трех параллельных определений);

\bar{X}_T – количество выживших дафний в тестируемой воде (среднее значение из трех параллельных определений).

Если $A \geq 50\%$ тестируемая вода оказывает острое токсическое действие. Если при разбавлении $A \leq 10\%$ тестируемая вода не оказывает острого токсического действия [12].

2.2.3. Результаты биотестирования проб воды

Учет результатов производился через 48 часов. Дальнейшая обработка результатов осуществлялась статистическими методами, результаты которых представлены в таблице 3.

ТАБЛИЦА 3. Результаты статистической обработки биотестирования воды р. Дудергофка в пределах Полежаевского парка ($n=3, P=0,95, t_{st}=2,78$)*

№ пробы воды	Разбавление	Среднее арифметическое число выживших дафний, шт.	Критерий существенности разности, t	Ошибка среднего арифметического, S	Разница значения показателя с контрольным вариантом А, %	Оценка токсичности
К	без разбавления	10,0	-	0	-	-
1	без разбавления	2,7	22,0	0,3	-73	+
2	без разбавления	5,7	13,0	0,3	-43	-
3	без разбавления	5,3	5,3	0,9	-47	-
1	1:10	6,3	11,0	0,3	-37	-
3	1:10	7	2,6	1,2	-30	-

*Примечание:

P – уровень вероятности;

n – число параллельных определений (повторностей);

t_{st} – табличный коэффициент Стьюдента (коэффициент достоверности);

«+» – проба оказывает острое токсическое действие;

«-» – проба не оказывает острое токсическое действие.

В программе Microsoft Office Excel было подсчитано среднее арифметическое число выживших дафний для контрольной (К), испытываемых проб (№1, №2, №3) без разбавления и проб (№1, №3) с десятикратным разбавлением. Также был рассчитан критерий существенности разности, ошибка среднего арифметического и разница значения показателя с контрольным вариантом.

В результате проведения биотестирования проба №1 без разбавления, взятая в верховьях реки Дудергофка единственная, которая оказывала острую токсичность, процент погибших дафний составил 73% через 48 ч. Проба №1 с десятикратным разбавлением перестала обладать острой токсичностью, процент гибели дафний – 37%. Остальные пробы воды не оказывали острой токсичности. Уровень токсичности в реке Дудергофка на территории парка понижается от верхнего течения к нижнему. Присутствие загрязняющих веществ в верховье реки предположительно обусловлено близостью автомобильной дороги, либо сбросом неочищенных сточных вод.

2.2.4. Определение загрязнения водоема методом биондикации по беспозвоночным и результаты

Биоиндикация – это биологический метод определения состояния водной среды по наличию или отсутствию в ней живых организмов, которые называются индикаторами.

Комплексная оценка качества воды любого типа водоема проведена с помощью методики Майера [18]. Для этого был определен количественный и видовой состав беспозвоночных, обитающих в изучаемом верховом водоеме.

Биоиндикация проводилась 16 мая 2021 года с 15 ч. до 17 ч. было выбрано 4 точки для сбора бентоса вдоль берега пруда. Погодные условия: ясно, +23°C, температура воды 8 °C, ветер юго-западный 3 м/с. На первом этапе биоиндикации определяются виды систематических групп (X, Y,

Z) в пробах в соответствии с таблицей 4, далее фиксировалось количество беспозвоночных.

ТАБЛИЦА 4. Индикаторы загрязнения водоемов для расчета индекса Майера

Обитатели чистых вод, X	Организмы средней чувствительности, Y	Обитатели загрязненных водоемов, Z
Личинки веснянок; Личинки поденок; Личинки ручейников; Личинки вислокрылок; Двустворчатые моллюски.	Бокоплав; Речной рак; Личинки стрекоз; Личинки долгоножек; Моллюски-катушки; Моллюски-живородки.	Личинки комаров-звонцов; Пиявки; Водяной ослик; Прудовики; Личинки мошки; Малощетинковые черви.

По методики Майера водоемы делятся на 7 классов. Класс качества водоема определяется по: $X \times 3 + Y \times 2 + Z \times 1 = S$. Водоем считается чистым, если в сумме больше 22 – 1 класс качества (олигосапробный). От 17 до 21 водоем считается практически чистым – 2 класс качества (олигосапробный). От 11 до 16 – 3 класс качества, значит водоем умеренно загрязненный (бета-мезосапробный), такая вода экологически полноценна, может использоваться для питья с предварительной очисткой, а также рыбоводства и орошения). Значения менее 11 – водоем грязный (альфа-мезосапробный или же полисапробный) – 4-7 класс качества [18]. Были определены виды систематических групп беспозвоночных и определено количество, также посчитано среднее значение по всем точкам сбора бентоса, которые представлены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5. Результаты биоиндикации верхового пруда у моста-плотины на Дудергофском канале

Объект	№ точки сбора бентоса	Количество индикаторов Загрязнения водоемов	Среднее значение беспозвоночных по всем точкам	Класс качества водоема
Верховой пруд	1	11	11	3
	2	15		
	3	6		
	4	12		

В верховом пруду были обнаружены только организмы, обитающие в загрязненных водоемах – личинки мошек и комаров. Водоем характеризуется как умеренно-загрязненный (бета-мезосапробный) с водой третьего класса качества.

2.3. Исследование почвенной среды парка

Почвы парка представлены интродуцированными серогумусовыми почвами с почвообразующими породами алевролитовыми глинами и песчаниками по данным почвенной и геоморфологической карты Санкт-Петербурга [5].

2.3.1. Определение токсичности почв методом биотестирования

Определение токсичности исследуемой почвы проводилось в лабораторных условиях при использовании в качестве тест-объекта высших растений. Методика основана на определении всхожести семян, длины первого листа (колеоптиля) и длины корней проростков высших растений при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой почвенной среде, по сравнению с контрольной пробой, не содержащей токсических веществ (контроль).

На основании снижения всхожести семян (N_1) и длины корней проростков (N_2) по сравнению с контрольным образцом пробы устанавливают степень токсичности почвы (V-I) как указано в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6. Критерии степени токсичности техногенно загрязненных почв по [10]

Степень токсичности	Степень изменения всхожести семян по сравнению с контролем, $N_1, \%$	Степень изменения длины корня по сравнению с контролем, $N_2, \%$
V – практически не токсичная	$0 < N_1 \leq 20$	$0 < N_2 \leq 20$
IV – малотоксичные	$0 < N_1 \leq 20$	$20 < N_2 \leq 50$
III – умеренно токсичные	$20 < N_1 \leq 70$	$50 < N_2 \leq 70$
II – опасно токсичные	$70 < N_1 < 100$	$70 < N_2 < 100$
I – высоко опасно токсичные	$N_1=100$	$N_2=100$

2.3.2. Пробоотбор, подготовка и проведение процедуры биотестирования

Отбор проб почвы на территории парка осуществлялся в соответствии с ГОСТ Р 58595 – 2019 Почвы. Отбор проб с глубины 0-20 см [7]. Производился отбор 17 апреля 2021 года с 12:00 ч. до 14:30 ч. Погодные условия: преимущественно солнечно, $+12 \div 14^\circ\text{C}$, ветер северо-западный от 2 до 3 м/с. Пробные площадки были выбраны с разными ландшафтными условиями: первая площадка – лесной участок, где устраивались пикники, вторая – прибрежная зона, третья – открытый окультуренный участок вблизи автомобильных дорог (рис. 8).

На пробных площадках отбирались точечные пробы методом «конверта по диагонали», по пять точек на одну пробную площадку. Длина стороны получившегося квадрата (конверта) составляла 10 м. С каждой точки было отобрано не меньше 0,5 кг почвы. Единичные пробы были перемешаны и соединены в одну усредненную пробу массой 1 кг, а также очищены от корней растений, мелких камней и насекомых. Почвенные образцы были упакованы в полиэтиленовые пакеты и подписаны.

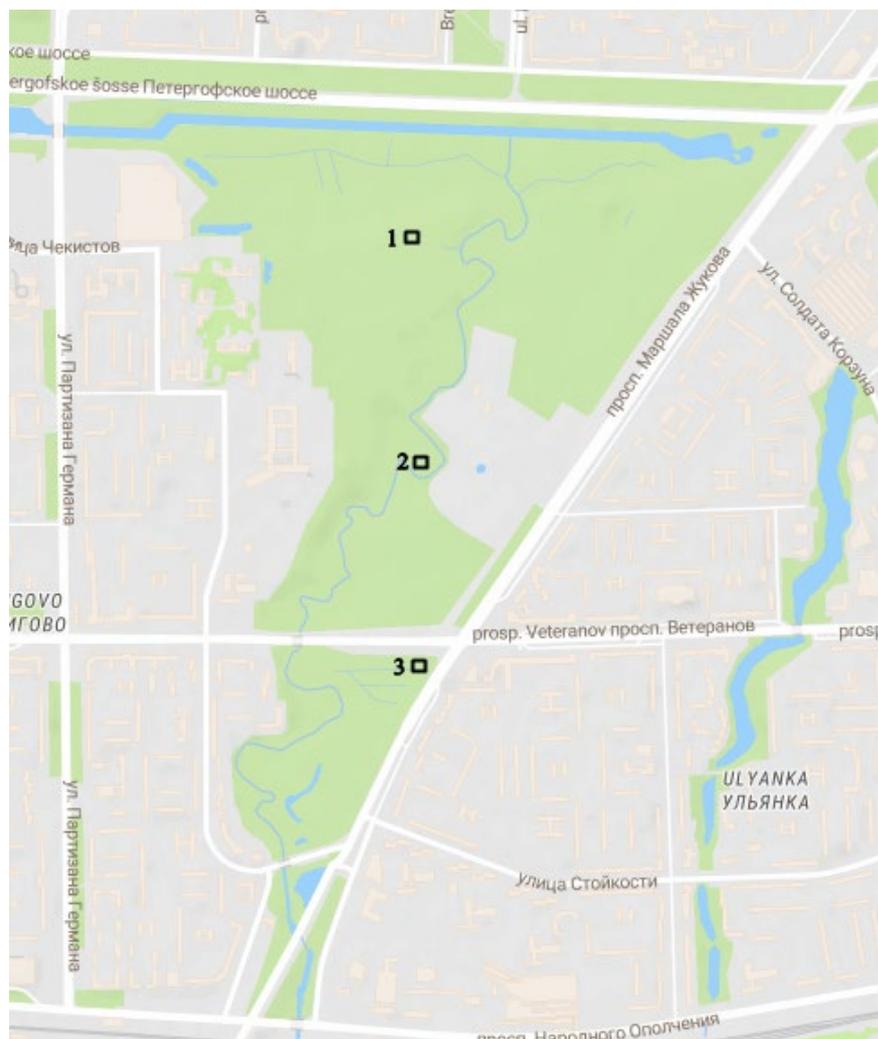


Рис. 8. Карта-схема участков отбора почвенных проб в Полежаевском парке

Для выполнения процедуры биотестирования требовалась предварительная подготовка. Процедура биотестирования проводилась в лаборатории методов реабилитации техногенных ландшафтов НИЦЭБ РАН. В течение недели пробы почвы высушивались естественным путем. Затем образцы растирались в фарфоровой ступке и просеивались через сито почвенное с отверстиями диаметром 1-2 мм.

На следующем этапе в чашки Петри переместили растертые образцы почвы слоем в 1 см, по три повторности для контрольной и испытуемых проб. Поверхность почвы выровняли и предварительно ее в каждой чашке увлажнили дистиллированной водой (рис. 9).



Рис. 9. Выполнение процедуры биотестирования

Для проведения биотестирования использовались семена однодольного растения – пшеница *Triticum vulgare L* со всхожестью не менее 95%. Сначала семена сортировались по размеру и отбирались без наличия повреждений. Далее в подготовленные чашки Петри были равномерно высажены отобранные семена на глубину 2 мм по 20 штук в каждую. Потом чашки Петри закрыли крышками. Проведение учета результатов осуществлялось на 7-ой день.

Завершающим этапом биотестирования является обработка результатов измерения. Степень изменение всхожести, длины корня и coleoptilia (N_i , %) [10] производятся по формуле (3):

$$N_i = \frac{\bar{M}_T - \bar{M}_K}{\bar{M}_K} * 100\% , \quad (3)$$

где: \bar{M}_K – среднее значение из трех параллельных определений в контрольном ряду (по всхожести, по длине корня или coleoptilia);

\bar{M}_T – среднее значение из трех параллельных определений в тестируемом ряду (по всхожести, по длине корня или coleoptilia).

2.3.3. Результаты биотестирования проб почв

После выполнения процедуры биотестирования на 7-ой день был проведен учет результатов (рис. 10).



Рис. 10. Результаты биотестирования почвенных образцов

Подсчитаны проросшие растения, которые первоначально были аккуратно извлечены из почвенных образцов и тщательно промыты водой. Линейкой были измерены длина корня и длина coleoptilia, рассчитаны средние значения этих длин. Дальнейшая обработка результатов осуществлялась статистическими методами, результаты которых представлены в таблицах 7-9. В программе Microsoft Office Excel было подсчитано среднее арифметическое значение всхожести семян для контрольной (К), испытываемых пробных площадок (№1, №2, №3).

ТАБЛИЦА 7. Результаты субстратного (контактного) биотестирования почв Полежаевского парка по всхожести семян

№ пробы почв	Всхожесть ($n=3, P=0,95, t_{st}=2,78$)*				
	Среднее арифметическое значение показателя в параллельных измерениях, мм	Критерий существенности разности, t	Ошибка среднего арифметического, S	Разница значения показателя с контрольным вариантом, % N ₁	Степень токсичности
К	95,0	-	2,9	-	-
1	26,7	7,36	8,8	-71,93	II – опасно токсичные
2	93,3	0,38	3,3	-1,75	V – практически не токсичная
3	26,7	15,50	3,3	-71,93	II – опасно токсичные

*Примечание:

P – уровень вероятности;

n – число параллельных определений (повторностей);

t_{st} – табличный коэффициент Стьюдента (коэффициент достоверности);

ТАБЛИЦА 8. Результаты субстратного (контактного) биотестирования почв Полежаевского парка по длине корня

№ пробы почв	Длина корня ($n=3, P=0,95, t_{st}=2,78$)*				
	Среднее арифметическое значение показателя в параллельных измерениях, мм	Критерий существенности разности, t	Ошибка среднего арифметического, S	Разница значения показателя с контрольным вариантом, % N ₂	Степень токсичности
К	104,7	-	2,3	-	-
1	64,6	8,80	3,9	-38,29	IV – малотоксичные
2	94,0	0,92	11,5	-10,25	V – практически не токсичная
3	52,0	10,43	4,5	-50,33	III – умеренно токсичные

*Примечание:

Обозначения соответствуют табл.7

ТАБЛИЦА 9. Результаты субстратного (контактного) биотестирования почв Полежаевского парка по длине колеоптиля

№ проб ы почв	Длина колеоптиля ($n=3, P=0,95, t_{st}=2,78$)*				
	Среднее арифметическое значение показателя в параллельных измерениях, мм	Критерий существенности разности, t	Ошибка среднего арифметического, S	Разница значения показателя с контрольным вариантом, % N ₃	Степень токсичности
К	112,3	-	1,9	-	-
1	77,5	1,99	17,4	-31,03	IV – малотоксичные
2	100,9	0,97	11,5	-10,12	V – практически не токсичная
3	96,0	0,97	16,8	-14,51	V – практически не токсичная

*Примечание:

Обозначения соответствуют табл. 7

По результатам биотестирования почв, делаем вывод, что для тест-культуры высших растений *Triticum vulgare* L. образцы почвы №3 и №1 оказались опасно токсичными по снижению всхожести семян. По угнетению корней проба №3 – умеренно токсичная, а по колеоптилю – малотоксичная. Образцы почвы №1 малотоксичные по угнетению корней и колеоптилю. Образцы №2 оказались самыми чистыми и схожими с контролем, по всем показателям они практически не токсичные.

Образование токсичных веществ в исследуемых почвогрунтах на пробной площадке №3 обусловлено открытой местностью, на которой происходит осаждение, накопление и последующие проникновение в почву аэрозольных частиц от автотранспорта. Почва пробной площадки №1 оказалась малотоксичной, характер загрязнения объясняется менее открытой местностью, покрытую лесом. Наиболее чистый участок с закрытой местностью – пробная площадка №2, которая находится в понижении на левом берегу реки Дудергофки и защищается возвышенным правым берегом.

2.5. Исследование растительного покрова парка

Важным природным компонентом, который отвечает за улучшение экологического состояния среды является растительность. В ходе полевых исследований было выбрано более 40 участков размером 20x20 м для описания растительного покрова парка, результаты которых представлены в Приложении 1 табл.6. Определения сомкнутости и состава ярусов, определялось по [20]. Основной тип растительных сообществ парка – древесные мелколиственные породы, видовой состав представлен преимущественно ивовыми (78%), осиновыми (20%), в меньшинстве тополевыми (2%). Также значительную площадь занимают луговые сообщества самосевного происхождения, они составлены злаковыми – 85 %, сорнотранными и влажнотравными – 15%. Меньшую площадь представляют мелколесья, кустарниковые заросли, посадки деревьев и кустарников.

Была проведена визуальная оценка состояния растительного покрова. Преимущественно большая часть древесных растений находится в хорошем состоянии, признаков болезней не было обнаружено и повреждений, за исключением единичных случаев, где повреждения значительные (рис.11б). Также в парке имеются деревья с усыхающими частями (рис. 11а).



Рис. 11а. Усыхание березы в южной части парка вблизи проспекта Маршала Жукова



Рис. 11б. Сухостой ивы в центральной части парка

На некоторых березах, высаженных вдоль дороги «Аллея славы и на осинах в северной части парка, наблюдается красный налет – это накипной лишайник трентеполия (*Trentepohlia*). Этот вид водорослей является безобидным, не имеет отношения к болезнетворным бактериям, вред деревьям и кустарникам не наносит. Трентеполия (*Trentepohlia*) является признаком благоприятной экологической среды (рис. 12а,б).



Рис. 12а. Трентеполия на стволе береза



Рис. 12б. Трентеполия на стволе осин

На основе топографической карты, космического снимка и полевых описаний была составлена карта растительности с использованием программы ГИС MapInfo, которая представлена на рис.13. По карте растительного покрова была составлена диаграмма соотношения площадей с лесными, луговыми и кустарниковыми сообществами, которые занимают 84% площади всей территории парка или 125 гектара.

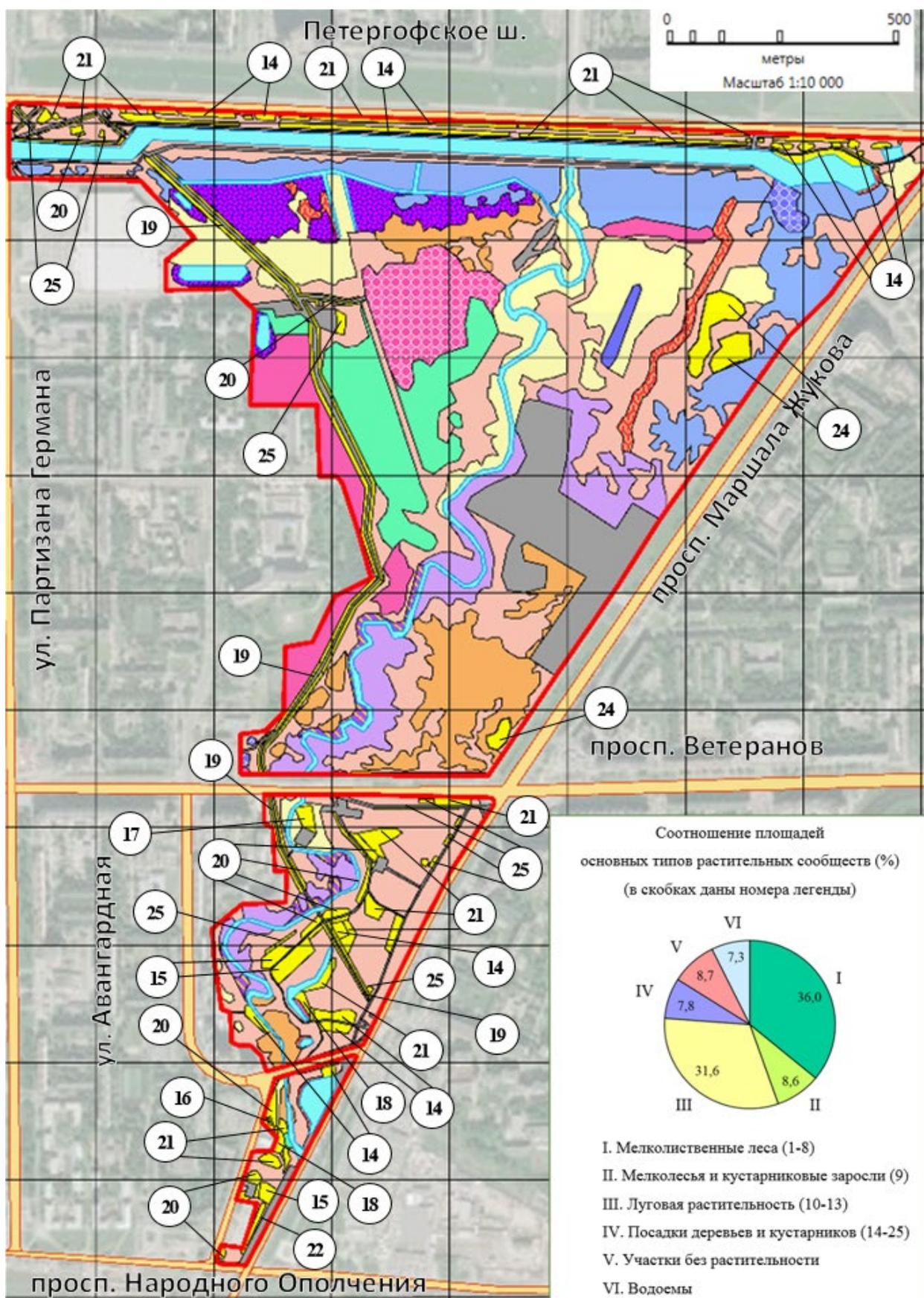


Рис. 13. Карта растительности Полежаевского парка

ДРЕВЕСНЫЕ МЕЛКОЛИСТВЕННЫЕ ПОРОДЫ

Ивовые

-  1. Ивово-березовые (*Salix fragilis*, *Salix alba*, *Salix viminalis*, *Salix caprea*) сорнотравные (*Aegopodium podagraria*, *Heracleum sosnowskyi*, *Urtica dioica*, *Arctium*)
-  2. Ивово-черемухово-свидиновые злаковые (*Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*, *Alopecurus pratensis*, *Bromopsis inermis*)
-  3. Ивовые инвазивные (*Phalaroides arundinacea*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Rorippa palustris*, *Bidens tripartita*, *Alisma plantagoaquatica*, *Glyceria fluitans*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Oenanthe Aquatic*, *Rumex maritimus*, *Carex atherodes*, *Archangelica officinalis*)
-  4. Ивовые с подростом осины местами с бузиной, таволгой, жимолостью, кизильником черноплодным (*Sambucus racemosa*, *Filipendula ulmaria*, *Lonicera tatarica*, *Cotoneaster melanocarpus*)

Осиновые

-  5. Осиново-черемуховые местами с рябиной и ивняком
-  6. Осиновые местами с листовенным мелколесьем (*Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Salix viminalis*)

Тополевые

-  7. Тополевые (*Populus Suaveolens*, *Populus alba*) злаковые
-  8. Тополево-липовые (*Populus Suaveolens*, *Populus alba*, *Tilia cordata*) влажнотравные

МЕЛКОЛЕСЬЯ И КУСТАРНИКОВЫЕ ЗАРОСЛИ

-  9. Ивняки (*Salix Phylicifolia*) с влажнотравными (*Filipendula ulmaria*, *Solanum dulcamara*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex vesicaria*, *Carex nigra*, *Thelypteris palustris*)

ЛУГОВАЯ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

-  10. Злаковые (*Bromopsis inermis*, *Phalaroides arundinacea*, *Carex vesicaria*, *Carex acuta*, *Alopecurus pratensis*, *Agrostis alba*, *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense*, *Festuca arundinacea*)
-  11. Сорнотравные (снять *Aegopodium podagraria*, борщевик *Heracleum sosnowskyi*, крапива *Urtica dioica*, *Arctium*)
-  12. Тростниковые (*Phragmites australis*)
-  13. Влажнотравные (*Filipendula ulmaria*, *Solanum dulcamara*, *Lysimachia vulgaris*, *Carex vesicaria*, *Carex nigra*, *Thelypteris palustris*)

ПОСАДКИ ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ

-  **Посадки:** 14 – ива, 15 – сосна, 16 – ель, 17 – туя, 18 – лиственница, 19 – береза, 20 – липа, 21 – клен, 22 – тополь, 23 – дуб, 24 – яблоня, 25 – кустарник

 Участки без растительности

 Водоемы

 Дороги

 Границы парка

Рис. 14. Легенда карты растительности Полежаевского парка

2.6. Исследование животного мира парка

На исследуемой территории Полежаевского парка встречались мышевидные грызуны (серые полевки), а также крысы, на мелководье в околководной растительности Дудергофского канала была замечена ондатра.

Изучение и выявление видового состава птиц на территории Полежаевского парка осуществлялось с помощью методов распознавания голосов по пению птиц и визуального распознавания особей на расстоянии. В процессе изучения был определен состав орнитофауны, который непосредственно зависел от среды обитания (таблица 10).

ТАБЛИЦА 10. Замеченные виды орнитофауны в Полежаевском парке

Местообитания	Виды птиц
Лес	Сорока, пеночка-весничка, серая ворона, зяблик, соловей, дрозд-рябинник, белобровик
Вода	Кряква, лысуха, чомга, чернеть
Околководное пространство	Озерная чайка, серебристая чайка, речная крачка, трясогузка
Кустарники	Славка серая, барсучок, лазоревка, большая синица, полевой воробей
Открытое пространство	Сизый голубь, ласточка, скворец, галка, грач

Редкие краснокнижные виды, обитающие в Полежаевском парке, описаны в проанализированных работах В.М. Храброго, Резникова А.И и Д.Хрущева [21,17,14], представлены в таблице 11.

ТАБЛИЦА 11. Краснокнижные виды Санкт-Петербурга [8], которые отмечались на территории Полежаевского парка за последние 5 лет

№	Вид	Категория статуса редкости
1	Серая утка (<i>Anas strepera</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
2	Шилохвость (<i>Anas acuta</i>)	VU (3) — уязвимый вид
3	Широконоска (<i>Anas clypeata</i>)	VU (3) — уязвимый вид
4	Тетеревятник (<i>Accipiter gentilis</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
5	Дербник (<i>Falco columbarius</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
7	Камышница (<i>Gallinulachloropus</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
8	Малая крачка (<i>Sterna albifrons</i>)	EN (2) — исчезающий вид
9	Ушастая сова (<i>Asio otus</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
10	Воробьиный сычик (<i>Glaucidium passerinum</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
11	Обыкновенный зимородок (<i>Alcedo atthis</i>)	VU (3) — уязвимый вид
12	Вертишейка (<i>Jynx torquilla</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
13	Желна (<i>Dryocopus martius</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
14	Белоспинный дятел (<i>Dendrocopos leucotos</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
15	Малый пестрый дятел (<i>Dendrocopos minor</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
16	Серый сорокопут (<i>Lanius excubitor</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
17	Варакушка (<i>Luscinia svecica</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид
18	Обыкновенный ремез (<i>Remiz pendulinus</i>)	NT (4) — потенциально уязвимый вид

*Выделены виды, которые отмечены автором в ходе полевых исследований

Для сохранения видового состава некоторых видов должны соблюдаться особые условия выполнения работ по уходу за территорией парка. К примеру, для одних видов, которые предпочитают открытые участки, кошение травы должно производиться в определенные сроки, под этим подразумевается, что место обитания, должно быть подготовлено до периода их гнездования. Для других видов, которые наоборот нуждаются в густых кустарниковых зарослях, такая среда была бы благоприятной для создания гнезд. Соответственно, в этом случае требуется посадка различных ягодных кустарников, а также специальная обрезка. А для третьих следует сохранять старые высохшие деревья и пни, так как это потенциальное место добычи для пищи.

Условия обитания для млекопитающих и птиц на территории Полежаевского не всегда благоприятные. Видовой состав млекопитающих достаточно скудный. Разнообразие видового состава птиц достаточно

большое, это подтверждается в экспертной работе [17]. Была проведена визуальная оценка численности видового состава рассматриваемого парка с парком Александрино, который находится по соседству. По площади парк Александрино меньше, но по количеству птиц он не уступает Полежаевскому парку. Это связано с преобладанием хвойных деревьев в парке, которых в Полежаевском парке очень мало.

3. Рекомендации по улучшению состояния территории Полежаевского парка

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выявлены антропогенные нарушения отдельных компонентов природной среды парка. В результате систематизации и анализа обнаруженных экологических проблем были предложены рекомендации по их решению (табл.12).

ТАБЛИЦА 12. Перечень экологических проблем Полежаевского парка и пути их решения

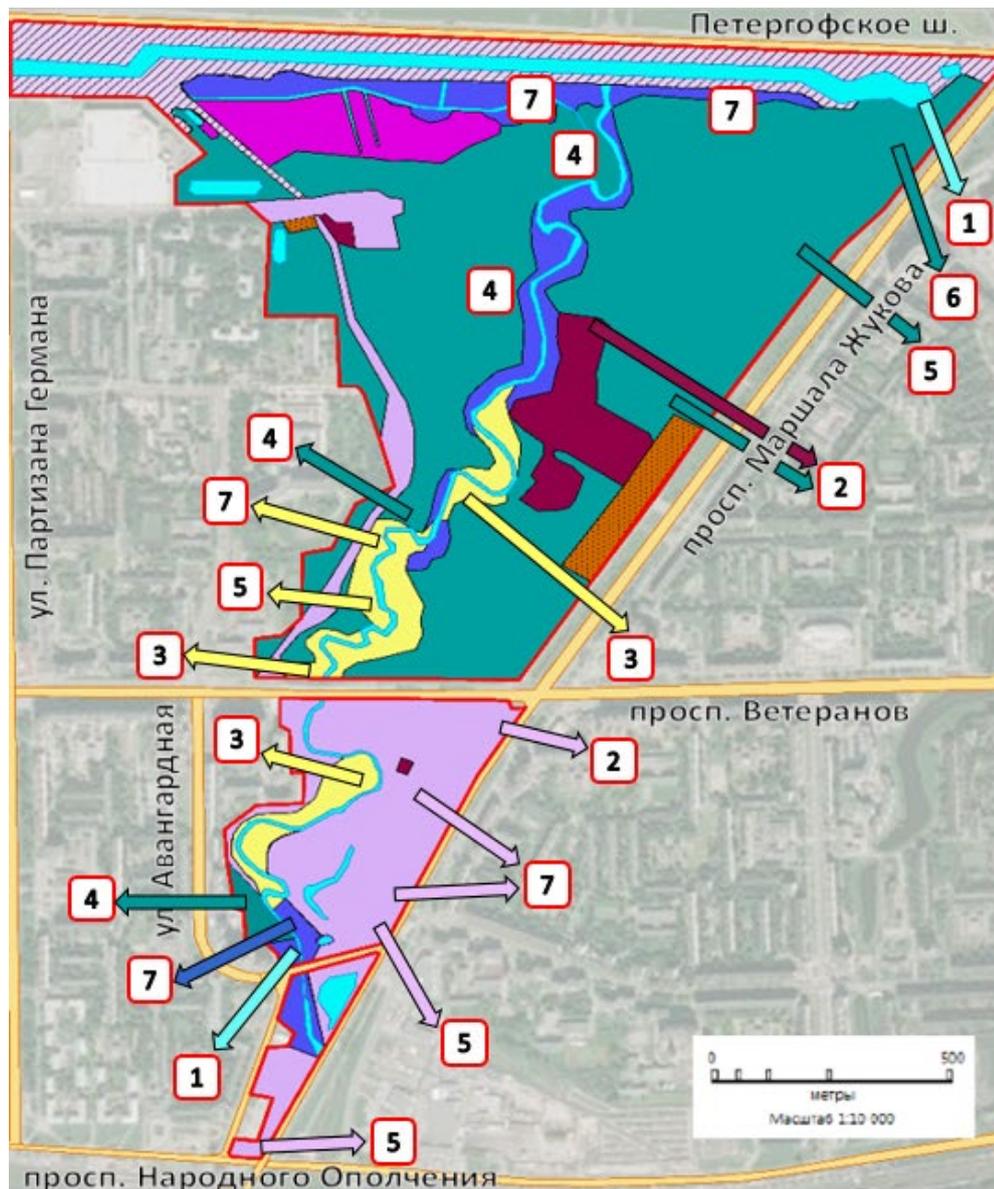
№	СОДЕРЖАНИЕ		ПРИМЕР
1	Проблема	Загрязнение водной среды. Отсутствие систематических систем наблюдения	
	Предложения	Организация системы автоматического мониторинга состояния воды на реке Дудергофка.	 Фото взято из [9]
2	Проблема	Загрязнение почвенной среды	
	Предложения	Проведение мониторинга состояния почвенной среды парка. При выявлении участков с превышением нормативов: - сформировать ремедиационные ландшафты, провести посадки деревьев, которые будут создавать затенение; - в противном случае провести замену грунта. Регулярная уборка территории парка. Установка дополнительных урн для сбора мусора.	

3	Проблема	Заращение участков парка борщевиком	
	Предложения	Проведение комплексных работ для эффективного удаления борщевика в несколько этапов: - скашивание сорняка до его цветения и созревания семян; - перепахивание участков; - посев злаковых трав.	
4	Проблема	Вытаптывание растительного покрова	
	Предложения	Организация расширения и модернизации дорожно-тропиночной парка. Рациональное распределение рекреационной нагрузки в соответствии по типам отдыха (активный пассивный отдых и др.).	
5	Проблема	Ухудшение состояния зеленых насаждений	
	Предложения	Регулярное обследование зеленых насаждений с целью выявления причин ухудшения состояния зеленых насаждений (световых условий, погодных, почвенных, поступления различных загрязняющих веществ, болезни и др.) Поддержание старовозрастных деревьев. Организация посадок новых деревьев и кустарников (обязательный контроль качества саженцев и их приживаемость).	
6	Проблема	Несанкционированное кладбище животных	
	Предложения	Установка информационных щитов, содержащих правила посещения парка, предупреждающие, что за нарушение порядка захоронения животных предусмотрена административная ответственность.	

7	Проблема	Застаивание воды на территории парка и подмыв берегов реки Дудергофка	
	Предложения	Проведение дренажных работ. Санитарная расчистка участков реки от заваленных деревьев, веток и мусора, задерживающегося на них.	

Для визуализации экологических проблем парка была составлена ландшафтная карта и на ее основе сделана схема расположения нарушенных участков (рис. 15), на которой обозначены проблемы в соответствии с таблицей 12.

Для повышения привлекательности парка необходимо принять концепцию устойчивого развития данной территории, реализация которой позволит создать комфортную экологическую и эстетическую среду для отдыха.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Плоские равнины нижней (литориновой) террасы на алевролитовых глинах с преобладанием заболоченных лугов
- Волнистые равнины верхней (литориновой) террасы на алевролитовых глинах и песчаниках с деревьями различных пород и разнотравными полустественными лугами и кустарниками
- Окультуренные равнины нижней (литориновой) террасы
- Окультуренные равнины верхней (литориновой) террасы
- Эрозионные ложбины и берега с рудеральными видами на суглинистых почвах
- Эрозионные ложбины и берега со смешанными разнотравными лесами на сухоглинистых и супесчаных почвах
- Водоемы
- Застроенная территория
- Твердый насыпной грунт
- Дороги
- Границы парка
- 1 Номер нарушенного участка территории парка

Рис.15 Ландшафтная карта Полежаевского парка

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Повышение качества жизни населения возможно путем создания благоприятных условий.

На основании проведенных исследований и анализа полученных данных можно сформулировать следующие выводы:

1. Шумовая нагрузка соответствует гигиеническим нормативам;
2. Анализ воздуха показал, что нормы ПДК_{сс} не были превышены.

Степень загрязнения атмосферного воздуха – низкая.

3. Качество почвенной среды парка определялось методом биотестирования. Пробы по показателю токсичности характеризовались токсичными, малотоксичными и практически не токсичными в зависимости от типа местности и расположения участков относительно автодороги. Образование токсичных веществ в исследуемых почвогрунтах обусловлено осаждением и последующим проникновением в почву аэрозольных частиц от автотранспорта.

4. При определении качества воды реки Дудергофки методом биотестирования по показателю токсичности выяснилось, что острая токсичность рассеивается от верхнего течения к нижнему. Парк выполняет свою экологическую функцию.

5. На территории парка были отмечены потенциально уязвимые виды орнитофауны – серый сорокопуд в зимний период, а в весенней – серая утка и камышница. Для водоема, на которых были замечены уязвимые виды, определялось качество воды методом биоиндикации. Водоем характеризовался как умеренно-загрязненный третьего класса качества по методики Майера.

6. Состояние растительного покрова в целом хорошее, признаков болезней не выявлено и повреждений, за исключением единичных случаев.

По итогам анализа результатов исследования и на основании сделанных выводов, были разработаны рекомендации по улучшению состояния территории парка.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акт по результатам государственной историко-культурной экспертизы проектной документации на проведение работ по сохранению объекта культурного наследия регионального значения «Полежаевский парк». – Санкт-Петербург : ГУП «Ленгипроинжепроект», 2018. – 96 с.
2. Breezometer. Качество воздуха в реальном времени и на уровне улицы. – URL: <https://www.breezometer.com/air-quality-map/ru>. – Дата обращения: 11.04.2021.
3. Вода России. Научно-популярная энциклопедия. – URL: <https://water-ru.ru/a3077>. – Дата обращения: 12.11.2020.
4. Генеральный план Санкт-Петербурга. – URL: <https://portal.kgainfo.spb.ru/GenPlan/Map/>. – Дата обращения: 21.09.2020.
5. Геопортал «Невский край». – URL: <http://www.geoportalspbu.ru/maps.html>. – Дата обращения: 02.02.2021.
6. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 2014.01.01. – Москва : Госстандарт России : Изд-во Стандартиформ, 2019.
7. ГОСТ Р 58595 – 2019 Почвы. Отбор проб. – Введ. 2020.01.01. – Москва : Госстандарт России : Изд-во Стандартиформ, 2019.
8. Красная книга Санкт-Петербурга / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности, Ботанический институт им. В. Л. Комарова [и др. ; редакционная коллегия: Д. В. Гельтман (отв. ред.) и др.]. – Санкт-Петербург : Дитон, 2018.
9. Мегалополис - Городская сеть информирования и взаимопомощи – URL: <https://megapolisonline.ru/neizvestnye-ustroili-pennuyu-vecherinku-na-dudergofskom-kanale/>. – Дата обращения: 31.05.2021.
10. Методика выполнения измерений всхожести семян и длины корней проростков высших растений для определения токсичности техногенно загрязненных почв : ФР.1.39.2006.02264. М.: Акварос, 2009. – 19 с.

11. Министерство культуры Российской Федерации (Минкультуры России). – URL: <https://opendata.mkrf.ru/opendata/7705851331-egrkn/>. – Дата обращения: 01.12.2020.
12. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12-06 Т 16.1:2.2:3:3.9-06 Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna Straus* для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. – Москва, 2004. – 36 с.
13. Погода и климат. Климат Санкт-Петербурга. – URL: <https://www.pogodaiklimat.ru>. – Дата обращения: 11.01.2021.
14. Птицы Полежаевского парка. – URL: https://vk.com/@mercycykillng_2fotographers-pticy-polezhaevskogo-parka. – Дата обращения: 20.03.2021.
15. РД 52.04.667-2005 Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению, содержанию. – Москва : Метеоагентство Росгидромета, 2006. – 50 с.
16. Региональная геоинформационная система (РГИС). – URL: <https://rgis.spb.ru/mapui/>. Дата обращения: 13.11.2020.
17. Резников А.И. Экспертная работа по подготовке аналитических материалов, необходимых для принятия решения о целесообразности подготовки проекта закона Санкт-Петербурга "О внесении изменений в закон Санкт-Петербурга "О перечне участков территорий, в отношении которых предполагается провести комплексные экологические обследования " в части включения Полежаевского парка в указанный перечень. – Санкт-Петербург : 2019. – 58 с.
18. Руководство к учебной практике по экологии: биоиндикация [Текст] / А.М. Псарев; Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет имени В.М. Шукшина – Бийск: АГГПУ им. В.М. Шукшина, 2018 – 65 с. 5.

19. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : санитар.-эпидемиол. правила и нормативы : утв. 28.01.21. – Москва, 2021. – 469 с.
20. Таксация леса. Курс лекций: учеб. пособие / Д.А. Поздеев, А.А. Петров. – Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2012. - 161 с.
21. *Храбрый, В.М.* Птицы Санкт-Петербурга: иллюстрированный справочник. – Санкт-Петербург : Изд-во «Амфора», 2015. – 463 с.
22. Экологическая обстановка в Красносельском районе Санкт-Петербурга в 2016 году. – Санкт-Петербург: Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. – Санкт-Петербурга, 2017. – 21 с.
23. Экологический портал Санкт-Петербурга. Характеристика уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным государственной сети наблюдений и автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха Санкт-Петербурга – URL: <http://www.infoeco.ru/index.php?id=53>. – Дата обращения: 11.04.2021.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТАБЛИЦА 1. Среднесуточная концентрация примесей по набору показателей в пределах Полежаевского парка

Примесь (мг/м ³)	PM _{2.5}	O ₃	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO
	ПДК сс					
Дата	35	100	60	100	50	3000
12.03.2021	10,25	42,55	13,35	8,05	1,25	173,65
13.03.2021	9,8	31,05	16,1	13,65	0,5	172,3
14.03.2021	12,6	24,05	18,25	15,35	0,85	202,2
15.03.2021	11,8	21	16,15	15,35	0,85	206,4
16.03.2021	12,6	18,9	17	17,4	1	209,52
17.03.2021	17,25	18,5	25,5	23,6	2,45	266,5
18.03.2021	14,05	21,4	21	19,9	2,3	252,95
19.03.2021	11,35	32,45	15,25	20,95	1,8	203,5
20.03.2021	8,75	31,9	15	15,4	1,45	181,8
21.03.2021	6,6	33,8	8,65	8,55	0,55	153,2
22.03.2021	6,7	42,45	11,65	11,5	0,75	149,4
23.03.2021	9,85	35,5	15,35	16,5	1,75	206,75
24.03.2021	8,8	37,75	13,3	11,8	1	147,6
25.03.2021	16,75	34,6	19,45	18,6	0,9	151,4
26.03.2021	14,15	26,95	18,4	15,35	0,95	178,1
27.03.2021	17,05	18,75	24,45	21,8	1,45	247,45
28.03.2021	14,85	30,3	19,4	14,15	1	189,3
29.03.2021	10,7	35,2	14,75	11,85	0,6	175,05
30.03.2021	10,35	31,55	12,4	11,35	0,55	160,5
31.03.2021	8,4	35,25	13,85	14,75	0,7	162,3
01.04.2021	6,7	33,55	10,95	12,7	0,75	163,8
02.04.2021	7,75	25,2	14	18,65	1,1	191,55
03.04.2021	10,15	26,1	16,6	18,75	1,1	185,85
04.04.2021	7,3	23,8	12,9	14,7	1	174,2
05.04.2021	7,3	40,9	11,5	9,4	0	138,7
06.04.2021	7,65	39	10,95	10,1	0,1	144,1
07.04.2021	7,2	34,95	12,9	12,3	0,25	149,6
08.04.2021	8,265	30,55	14,9	12,6	0,9	172,65
09.04.2021	8,9	35,95	10,65	10,95	0,45	148,25
10.04.2021	8,85	38,7	13,3	10,05	0,65	148,3
11.04.2021	5	38,1	10,1	6,6	0,7	144,1
Ср.*	10,25	31,31	15,10	14,28	0,96	179,06

Примечание*: Ср. – среднемесячные концентрации

ТАБЛИЦА 2. Сведения о предельно-допустимых концентрациях и классах опасности некоторых веществ [19]

Вещества	Класс опасности	ПДК _{сс} , (мг/м ³)
Взвешенные частицы PM ₁₀	В СанПиН 1.2.3685-21 не установлен, по аналогии с веществами с близкими ПДК рекомендуется принять 2;	0,06
Взвешенные частицы PM _{2,5}		0,035
Озон (O ₃)	1	0,03
Диоксид серы (SO ₂)	3	0,05
Диоксид азота (NO ₂)	3	0,04
Оксид углерода (CO)	4	3

ТАБЛИЦА 3. Концентрации в долях ПДК_{сс} по набору показателей в пределах Полежаевского парка

ПДК _{сс} (мг/м ³) Дата	PM _{2,5}	O ₃	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO
12.03.2021	0,293	0,426	0,223	0,081	0,025	0,058
13.03.2021	0,280	0,311	0,268	0,137	0,010	0,057
14.03.2021	0,360	0,241	0,304	0,154	0,017	0,067
15.03.2021	0,337	0,210	0,269	0,154	0,017	0,069
16.03.2021	0,360	0,189	0,283	0,174	0,020	0,070
17.03.2021	0,493	0,185	0,425	0,236	0,049	0,089
18.03.2021	0,401	0,214	0,350	0,199	0,046	0,084
19.03.2021	0,324	0,325	0,254	0,210	0,036	0,068
20.03.2021	0,250	0,319	0,250	0,154	0,029	0,061
21.03.2021	0,189	0,338	0,144	0,086	0,011	0,051
22.03.2021	0,191	0,425	0,194	0,115	0,015	0,050
23.03.2021	0,281	0,355	0,256	0,165	0,035	0,069
24.03.2021	0,251	0,378	0,222	0,118	0,020	0,049
25.03.2021	0,479	0,346	0,324	0,186	0,018	0,050
26.03.2021	0,404	0,270	0,307	0,154	0,019	0,059
27.03.2021	0,487	0,188	0,408	0,218	0,029	0,082
28.03.2021	0,424	0,303	0,323	0,142	0,020	0,063
29.03.2021	0,306	0,352	0,246	0,119	0,012	0,058
30.03.2021	0,296	0,316	0,207	0,114	0,011	0,054
31.03.2021	0,240	0,353	0,231	0,148	0,014	0,054
01.04.2021	0,191	0,336	0,183	0,127	0,015	0,055
02.04.2021	0,221	0,252	0,233	0,187	0,022	0,064
03.04.2021	0,290	0,261	0,277	0,188	0,022	0,062
04.04.2021	0,209	0,238	0,215	0,147	0,020	0,058
05.04.2021	0,209	0,409	0,192	0,094	0,000	0,046
06.04.2021	0,219	0,390	0,183	0,101	0,002	0,048
07.04.2021	0,206	0,350	0,215	0,123	0,005	0,050
08.04.2021	0,236	0,306	0,248	0,126	0,018	0,058
09.04.2021	0,254	0,360	0,178	0,110	0,009	0,049
10.04.2021	0,253	0,387	0,222	0,101	0,013	0,049
11.04.2021	0,143	0,381	0,168	0,066	0,014	0,048

ТАБЛИЦА 4. Значения I_i (индекс загрязнения) по набору показателей для расчета КИЗА

I_i Дата	PM _{2.5}	O ₃	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO
12.03.2021	0,203	0,278	0,142	0,081	0,025	0,0770
13.03.2021	0,191	0,173	0,181	0,137	0,010	0,0764
14.03.2021	0,265	0,118	0,213	0,154	0,017	0,0883
15.03.2021	0,243	0,096	0,182	0,154	0,017	0,0899
16.03.2021	0,265	0,082	0,194	0,174	0,020	0,0911
17.03.2021	0,399	0,080	0,329	0,236	0,049	0,1132
18.03.2021	0,305	0,099	0,255	0,199	0,046	0,1080
19.03.2021	0,231	0,185	0,169	0,210	0,036	0,0888
20.03.2021	0,165	0,180	0,165	0,154	0,029	0,0802
21.03.2021	0,114	0,197	0,081	0,086	0,011	0,0688
22.03.2021	0,117	0,277	0,119	0,115	0,015	0,0672
23.03.2021	0,192	0,212	0,170	0,165	0,035	0,0901
24.03.2021	0,166	0,232	0,141	0,118	0,020	0,0665
25.03.2021	0,384	0,204	0,231	0,186	0,018	0,0680
26.03.2021	0,308	0,140	0,215	0,154	0,019	0,0787
27.03.2021	0,393	0,081	0,311	0,218	0,029	0,1059
28.03.2021	0,328	0,167	0,230	0,142	0,020	0,0832
29.03.2021	0,214	0,209	0,161	0,119	0,012	0,0775
30.03.2021	0,205	0,177	0,129	0,114	0,011	0,0717
31.03.2021	0,156	0,209	0,149	0,148	0,014	0,0724
01.04.2021	0,117	0,194	0,110	0,127	0,015	0,0730
02.04.2021	0,141	0,127	0,151	0,187	0,022	0,0841
03.04.2021	0,200	0,133	0,188	0,188	0,022	0,0818
04.04.2021	0,130	0,116	0,136	0,147	0,020	0,0772
05.04.2021	0,130	0,262	0,117	0,094	0,000	0,0629
06.04.2021	0,139	0,244	0,110	0,101	0,002	0,0651
07.04.2021	0,128	0,207	0,136	0,123	0,005	0,0673
08.04.2021	0,153	0,169	0,164	0,126	0,018	0,0766
09.04.2021	0,169	0,216	0,106	0,110	0,009	0,0668
10.04.2021	0,167	0,241	0,141	0,101	0,013	0,0668
11.04.2021	0,080	0,235	0,099	0,066	0,014	0,0651

ТАБЛИЦА 5. Результаты измерений шумового загрязнения в Полежаевском парке

Точка замера №	Координаты		Уровень шума (дБ)		
	широта	долгота	В будние дни	В выходные дни	Среднее значение
1	59.826765	30.186567	53	49	51
2	59.828428	30.186438	55	45	50
3	59.828601	30.189357	70	68	69
4	59.830200	30.185923	45	44	44,5
5	59.830142	30.189794	56	54	55
6	59.832015	30.186095	59	52	55,5
7	59.832036	30.189228	55	55	55
8	59.832317	30.193090	69	61	65
9	59.833462	30.185709	55	51	53
10	59.833599	30.190051	60	56	58
11	59.833599	30.193570	70	58	64
12	59.835370	30.185974	50	48	49
13	59.834938	30.189450	50	45	45
14	59.834895	30.192884	54	54	54
15	59.834744	30.194858	64	56	60
16	59.836990	30.189450	49	45	47
17	59.836817	30.192454	50	46	48
18	59.836774	30.195630	54	52	53
19	59.836688	30.198377	68	60	64
20	59.838632	30.189365	43	45	44
21	59.838545	30.192025	49	43	46
22	59.838545	30.197089	52	46	49
23	59.838632	30.200437	60	52	56
24	59.840619	30.188764	40	40	40
25	59.840705	30.191596	43	41	42
26	59.840705	30.195029	48	42	45
27	59.840532	30.198806	52	44	48
28	59.840575	30.202411	61	57	59
29	59.842519	30.186532	44	40	42
30	59.842476	30.190137	40	42	41
31	59.842433	30.193828	40	44	42
32	59.842346	30.198377	44	42	43
33	59.842346	30.201724	44	44	44
34	59.842433	30.204042	56	48	52
35	59.842390	30.206874	64	58	61
36	59.843599	30.182841	40	44	42
37	59.843556	30.185674	46	44	45
38	59.843513	30.189708	47	45	46
39	59.843513	30.193227	49	47	48
40	59.843469	30.196660	51	40	49
41	59.843469	30.199407	48	50	46
42	59.843556	30.202497	52	46	49
43	59.843426	30.205930	61	51	56

Продолжение ТАБЛИЦЫ 5

44	59.845024	30.180181	60	54	57
45	59.845327	30.183614	62	50	56
46	59.845327	30.187133	60	50	55
47	59.845240	30.190223	64	50	57
48	59.845197	30.195716	61	51	56
49	59.845067	30.198548	60	52	56
50	59.845024	30.201295	63	55	59
51	59.845024	30.202582	65	57	61
52	59.845283	30.205844	68	60	64
53	59.845327	30.209964	71	69	70

ТАБЛИЦА 6. Результаты описания участков растительного покрова Полежаевского парка

№	ЯРУС	СОМКНУТОСТЬ/ ПОКРЫТИЕ	ФОРМУЛА	КООРДИНАТЫ
1	Древостой	0,7	3И1К6Л+Б	59.826670, 30.185852
	Кустарники	0,2	1К7И2Ч	
	Травы	0,9	10Мт	
2	Древостой	0,9	10И	59.827942, 30.185804
	Травы	0,7	5Мт5Од	
3	Древостой	0,8	10И	59.830230, 30.184339
	Травы	0,9	4Лп3Од3Бщ	
4	Древостой	0,7	10И	59.831619, 30.188355
	Травы	0,9	3Лп7Бщ	
5	Древостой	0,9	6И4Ч+Б	59.833526, 30.186456
	Кустарники	0,6	10И	
	Травы	0,8	3Лп3Од6Бщ	
6	Древостой	0,7	6Ч4Л+Рб	59.835899, 30.187664
	Кустарники	0,3	10Ч	
	Травы	0,9	10С	
7	Кустарники	0,2	5И5Б	59.834754, 30.187707
	Травы	0,5	1Ле1Од3Бщ1Мд22Пр	
8	Древостой	0,8	10И+Б	59.834138, 30.189574
	Кустарники	0,6	10Св	
	Травы	0,9	1Ле1Од4Бщ4Пр	
9	Древостой	0,9	10И	59.833922, 30.192213
	Кустарники	0,1	10И	
	Травы	0,9	4Тл3Ес3Пг	
10	Древостой	0,5	10И+Яб	59.834614, 30.194509
	Кустарники	0,1	10И	
	Травы	0,8	2Тл2Ес1Мм2Пр3Лл	
10	Древостой	0,5	10И	59.834614, 30.194509
	Кустарники	0,1	10Св	
	Травы	0,8	2Тл2Ес1Мм1Кт3Лл1Од	

Продолжение ТАБЛИЦЫ 6

11	Древостой	0,8	10И	59.835013, 30.192675
	Кустарники	0,1	10Св	
	Травы	0,8	2Тл2Ес1Мм1Кт3Лл1Од	
12	Древостой	0,6	10И+Б	59.835553, 30.189821
	Кустарники	0,7	5И5Б	
	Травы	0,9	2Лп1Од2Мд3Бщ1Кр1Ле	
13	Древостой	0,5	7Ч3О+Рб	59.836772, 30.188621
	Кустарники	0,2	10Рб	
	Травы	0,9	1Ле5Сн4Тв	
14	Древостой	0,2	10Ч	59.835970, 30.192016
	Травы	0,8	1Лл1Лл1Од5Бщ1Кр1Ле	
15	Древостой	0,6	5И5Ч+Б	59.835970, 30.192016
	Травы	0,5	2Лп3Лл2Мд3Од	
16	Древостой	0,5	6И4О+Б	59.837245, 30.192711
	Кустарники	0,3	3Ч4Бз3Жм	
	Травы	0,9	3Пр3Лл1Гм1Лп1Кп1Од	
17	Древостой	0,9	10И	59.837245, 30.192711
	Травы	0,4	4Пр3Лп1Од1Ле1Бщ	
18	Древостой	0,6	7ОЗЧ	59.838974, 30.191028
	Травы	0,6	6Сн2Лп1От1Ле	
19	Древостой	0,8	10И+Ч	59.838974, 30.191028
	Кустарники	0,4	6И4Бз	
	Травы	0,9	4Пг4Лл2Лп	
20	Древостой	0,3	10И	59.839860, 30.193839
	Травы	0,9	2Ле2Кр2Сп1Кл1Тч1Од1Пр	
21	Древостой	0,5	5И4Б+О	59.839968, 30.192016
	Кустарники	0,3	10И	
	Травы	0,9	3Кл2Лл1Гм1Од1Кр2Пр	
22	Древостой	0,6	7ОЗИ	59.840378, 30.191028
	Кустарники	0,4	10Рб	
	Травы	0,6	2Пр1Кр3Оо1Сн1Тс1Мд	
23	Древостой	0,9	10И	59.839860, 30.190320
	Кустарники	0,3	6Бз3Рбч1Жм	
	Травы	0,9	2Лп3Пр1Лл1Тч3Сн	
24	Древостой	0,4	1И9О	59.841943, 30.186374
	Кустарники	0,2	10И	
	Травы	0,9	4Пр2Кл1Тм1Сп1Н1Мд	
25	Древостой	0,4	10О+Рб	59.842391, 30.189710
	Кустарники	0,2	5Ч5Рбч	
	Травы	1	3Пр1Ле1Мд1Кт4Сн	

Продолжение ТАБЛИЦЫ 6

26	Кустарники	0,2	10И+Б	59.842898, 30.186352
	Травы	0,9	7Пр1Од1Ле1Мг	
27	Древостой	0,5	10И	59.843330, 30.184078
	Кустарники	0,2	10И	
	Травы	0,9	4Пр1Од1Ле1Мг2Лп1Мт	
28	Травы	0,9	2Тр3Ос3Тв1Лл1Р	59.844097, 30.183971
29	Древостой	0,3	10И	59.843989, 30.188391
	Травы	0,9	2Х3Ос3Оп2Од2От	
30	Древостой	0,8	10И	59.844982, 30.187854
	Кустарники	1	9И1Б	
	Травы	0,9	4Пр3Од1Ле1Лл1Мм	
31	Древостой	0,7	10И+О	59.843654, 30.191293
	Кустарники	0,4	9И1О	
	Травы	0,9	2Пр2Оп2Пг1Ес2Тл1От	
32	Древостой	0,3	7ОЗБ	59.842666, 30.193551
	Кустарники	0,4	4И6Ч	
	Травы	0,9	2Пр2Оп2Пг1Ес2Тл1От	
33	Древостой	0,3	10И	59.842623, 30.195257
	Кустарники	0,1	10И	
	Травы	0,7	2Ле2Кр2Сп1Кл1Од2Пр	
34	Древостой	0,5	10Т+И	59.842428, 30.198859
	Травы	0,9	2Пр3Лл2Ле2Од1Мг	
35	Древостой	0,3	10О	59.842428, 30.198859
	Кустарники	0,1	10О	
	Травы	0,8	6Сн2Лп1От1Ле	
36	Древостой	0,5	10И	59.844965, 30.198181
	Кустарники	1	7ИЗБУЗ	
	Травы	0,9	5Пр3Од1Лл1Мм	
37	Древостой	0,4	4Т6Л	59.844056, 30.205425
	Кустарники	0,1	10Лх+И	
	Травы	1	7Пр3Ле	
38	Древостой	0,8	10И+Б	59.842882, 30.205350
	Кустарники	0,9	10И+Яб	
	Травы	1	6Пр2Од1Лл1Мм	
39	Древостой	0,1	10Яб	59.841449, 30.202107
	Травы	0,8	4Пр1Ес1Тл1Гм1Од1От 1Пг	
40	Кустарники	0,4	10И+Б	59.839367, 30.199645

*Обозначения:

Б - береза
Бз - бузина
Бщ - борщевик
Сосновского
Вб - вербейник
Гм - горошек мышиный
Ес - ежа сборная
Жм - жимолость
И - ива
Кб - костер безостый
Кз - кизильник
К - клен
Кл - купырь лесной
Кр - крапива
Кт - канареечник
тростниковидный
Ле - лютик едкий
Л - липа

Лл - лисохвост луговой
Лп - лопух
Лх - лох серебристый
Мд - медуница
Мм - мать-и-мачеха
Мт - мятлик
Н - недотрога
Од - одуванчик
Оо - орляк обыкновенной
О - осина
Оп - осока пузырчатая
Ос - осока острая
От - овсяница
тростниковая
Пг - полевница гигантская
Пр - пырей
Псг - паслен сладко-
горький

Рб - рябина
Рбч - рябина
черноплодная
Р - рогоз
Св - свидина
Сн - сныть
Сп - сурепка
Тв - таволга
Тл - тимофеевка луговая
Тр - тростник
Тс - телиптерис
Т - тополь
Тч - тысячелистник
Х - хвощ
Ч - черемуха
Яб - яблоня